

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 K 31/06	3 0 5	0380-3K	F 1 6 K 31/06	3 0 5 D
	3 5 0	0380-3K		3 5 0
	3 8 5	0380-3K		3 8 5 F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-122292

(22) 出願日 平成7年(1995)5月22日

(71) 出願人 391037467

日本エム・ケー・エス株式会社

東京都杉並区宮前1丁目20番32号

(72) 発明者 鈴木 勲

東京都杉並区宮前1丁目20番32号 日本エ

ム・ケー・エス株式会社内

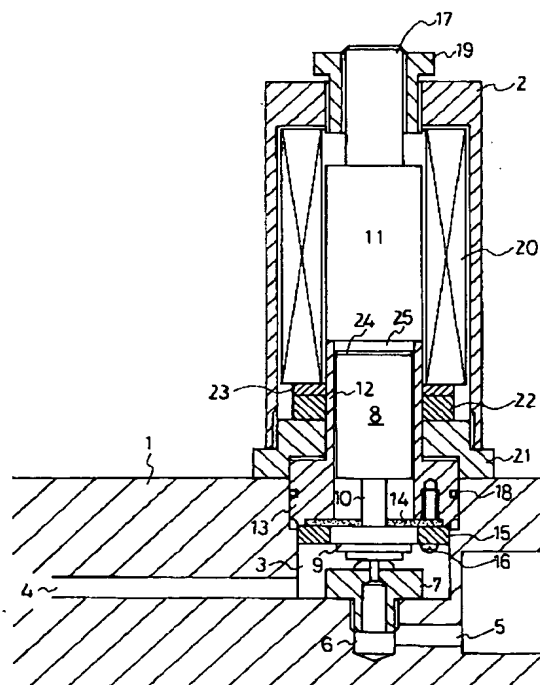
(74) 代理人 弁理士 本田 崇

(54) 【発明の名称】 制御弁

(57) 【要約】

【目的】 構成が簡単であり、振動が防止され、極めて制御性に優れる。

【構成】 コイル20により、ヨーク12内のプランジャ8を駆動して、前記プランジャ8の運動で弁部を開閉するように構成された制御弁に、前記ヨーク12の外周に設けられた永久磁石22と、この永久磁石22を前記ヨーク12の外周所定位置に位置付けるための手段とを具備し、永久磁石から出る磁界により、プランジャをダンパーして、ハンチングを防止し、優れた制御性を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルにより発生された磁界により、ヨーク内の磁性体からなるプランジャを駆動して、前記プランジャの運動で弁部を開閉するように構成された制御弁において、永久磁石が、前記ヨークの外周に設けられ、前記永久磁石から出る磁界の少なくとも一部がプランジャを通ることを特徴とする制御弁。

【請求項2】 プランジャの永久磁石に対応する位置に溝部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の制御弁。

【請求項3】 ヨークが円筒状であり、永久磁石がこのヨークの外周を覆うリング状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の制御弁。

【請求項4】 ヨークが円筒状であり、永久磁石がこの外周を覆うリング状に形成され、永久磁石は、リングの軸方向に着磁してあり、永久磁石のリング外周には空隙があることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の制御弁。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電磁制御による制御弁に関し、各種のガスの流量制御に好適な制御弁に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の制御弁としては、特公平3-554号公報に示されるように、コイルに通電することにより、プランジャを磁気ギャップが少なくなる方向に力を及ぼさせ、ディスクスプリングを変形させて移動させる構造が知られている。係る制御弁は、構造がシンプルでありながら、強い力を得やすいという特徴を有している。

【0003】 また、従来の制御弁の他の構成としては、

$$x = A \sin \{ (K/m)^{1/2} \times t + a \} \cdots (2)$$

となる。ここに、A、aは共に定数である。

【0007】 上記の式(2)によれば、プランジャ703は $(K/m)^{1/2}$ の角周波数、即ち、 $(K)^{1/2} / 2\pi \times (m)^{1/2}$ の振動数により振動することになる。なお、実際には、プランジャ703とヨーク702との間の摩擦等によりエネルギーが失われ、或時には振動が停止するのであるが、当該構成の制御弁は基本的に振動し易い構造であることが判る。

【0008】 一方、米国特許第4690371号公報に示される制御弁においては、永久磁石が流体中に置かれるため、何等かのケースにより被覆しても、高腐食性の流体には使用しにくい。また、構造が複雑であり、コストが高く、しかも、ストロークは大きい、トルクが小さいという問題がある。

【0009】 本発明は、このような従来の制御弁が有する問題点を解決せんとしなされたもので、その目的

米国特許第4690371号公報に示されるように、プランジャの中に永久磁石を設け、コイルで発生した磁界により永久磁石の入ったプランジャを動かすようにしたものも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特公平3-554号公報に示される制御弁によると、強い力を得ることができるのであるが、この力がギャップ長の2乗に反比例するため、制御弁としての制御、特にギャップ長が小さい範囲における細かい制御、が難しいという問題があった。また、この従来例の制御弁は、小形で薄肉のディスクスプリングにより大きいプランジャを保持する構造であるため、振動に弱く、クローズドループの比較制御において用いると、一定周期の振動（ハンチング）を生じ易いという問題があった。

【0005】 つまり、図7に示されるように、コイルケース701内に収納されたコイル702に通電してヨーク704内のプランジャ703をディスクスプリング705から離れる方向に移動させるように構成された従来の制御弁においては、コイル702に電流が流れ、プランジャ703が図の左方向に移動した後の時刻 $t = t_1$ において、コイル702に対する印加電圧Vを0とした時には、その後のプランジャ703の動きは以下の運動方程式(1)の解となる。なお、ここでは、理解を容易にするために、プランジャ703とヨーク704との間の摩擦、コイル702に生じる逆起電力を無視する。

【0006】

$$m (d^2 t / d t^2) = -Kx \cdots (1)$$

ここに、m：プランジャ703の質量

K：ディスクスプリング705のばね定数

x：プランジャ703が磁力により吸引されていない時の値を0とする、プランジャ703の左方向への変位とする。上記運動方程式(1)の解は、

は、構成が簡単であり、振動が防止され、極めて制御性の優れた制御弁を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本願の請求項1に記載の制御弁は、コイルにより発生された磁界により、ヨーク内の磁性体からなるプランジャを駆動して、前記プランジャの運動で弁部を開閉するように構成された制御弁において、永久磁石が、前記ヨークの外周に設けられ永久磁石から出る磁界の少なくとも一部がプランジャを通ることを特徴とする。

【0011】 本願の請求項2に記載の制御弁は、請求項1の制御弁において、プランジャの永久磁石に対応する位置に溝部が形成されていることを特徴とする。

【0012】 本願の請求項3に記載の制御弁は、請求項1乃至2のいずれかに記載の制御弁において、ヨークが円筒状であり、永久磁石がこのヨークの外周を覆うリン

グ状に形成されていることを特徴とする。

【0013】本願の請求項4に記載の制御弁は、請求項1乃至3のいずれかに記載の制御弁において、ヨークが円筒状であり、永久磁石がこの外周を覆うリング状に形成され、永久磁石は、リングの軸方向に着磁されており、永久磁石のリング外周には空隙があることを特徴とする。

【0014】

【作用】本願の請求項1に記載の制御弁は、以上の通りに構成されるので、ヨークの外周に設けられている永久磁石から出た磁界が、プランジャ内を通るため、プランジャの動く速度に応じてプランジャ中にはこの動きを阻止する方向にうず電流による磁界が発生する。つまり一種のダンパーとして作用し、プランジャの振動をおさえ、素早く所定位置で停止することが可能となる。

【0015】本願の請求項2に記載の制御弁は、以上の通りに構成されるので、永久磁石から出る磁界がプランジャに通るとき、永久磁石とプランジャの間の磁器回路の抵抗が最も小さくなる位置にプランジャの溝部を保持しようとするため万一ディスクスプリングが破損した場合にもプランジャの脱落が防止できる。

【0016】本願の請求項3に記載の制御弁は、以上の通りに構成されるので、円筒状のヨークの外周にリング状の永久磁石を配置することにより、容易に、磁界によるダンパーの機能が実現できる。

【0017】本願の請求項4に記載の制御弁は、以上の通りに構成されるので、永久磁石の一方の磁極から出た磁界をプランジャを通して永久磁石の別の磁極に、最短距離で戻すことができ、プランジャ以外への磁界の漏れを少なくして効率的に磁界によりにダンパーの機能が実現できる。

【0018】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明に係る制御弁を説明する。各図において、同一の構成要素には同一の符号を付し重複する説明を省略する。図1には、本発明の実施例に係る制御弁の断面図が示されている。この制御弁は、横長の直方体のベース1に円柱状のコイルケース2が立設された構成を有する。ベース1には、円柱状に繰り抜かれた弁室3が形成されており、この弁室3に通じる入り側の穴4及び出側の穴5が穿設されている。出側の穴5は、ベース1の端部において大径に形成されている。

【0019】ベース1の弁室3の底部には、出側の穴5に通じる縦穴6が形成されている。縦穴6の上部内周には、ネジが形成されており、中央部に縦穴が形成された弁座7が螺設されている。弁座7の上部には、プランジャ8にアーム10を介してディスクスプリング14と結合されている弁頭9が設けられ、プランジャの上方には、円柱状のヨーク上部11が設けられ、このヨーク上部11には、下部においてフランジ部13を有する中空

のヨーク下部12が溶着されている。フランジ部13の周縁部中央には、リング18を装着する溝部が形成されており、また、底面には適宜箇所に向かうネジ穴が形成されている。フランジ部13の底面には、ディスクスプリング14が固定リング15により押さえられて、ネジ16により固定されている。

【0020】ヨーク上部11の頭部には周縁にネジが形成されたネジ体17が設けられ、ネジ自体17には、内周面及び外周面にネジが形成されたスパン調整用のリングネジ19が螺合されている。このリングネジ19は、コイルケース2の上部中央の穴に形成されたネジに対しても螺合され、このリングネジ19の振じ込みにより、ネジ自体17から下方の弁頭9までを引上げまたは押し込み、スパンを調整可能となっている。つまり、弁部を開放するセット力を調整できる。コイルケース2の上部にはコイル20が設けられ、下部の内周部にはネジが形成されている。ベース1の弁室3の上部には、上部に細径のリングを下部に太径のリングとを重ねた如くの基部リング21が、図示せぬネジにより固定されている。基部リング21の上部外周面には、ネジが形成されており、コイルケース2を螺合立設している。基部リング21の上部であって、ヨーク下部12の外周所定位置には、リング状の軸方向に着磁された永久磁石22が嵌め込まれており、その永久磁石22の上部には、永久磁石22から出る磁界をプランジャ側に導く磁性体のリング23が設けられている。つまり、コイルケース2の内部で基部リング21コイル20とリング23により、永久磁石22から出る磁界をプランジャ8に導く磁気回路を構成している。また、プランジャ8の頭部には、センタリングスプリング24が設けられ、更にその上方は磁気ギャップ25となっている。リング状の永久磁石22とコイルケース2との間には空隙が設けられ、永久磁石22から出た磁界がコイルケース2へ回り込むのを防止している。

【0021】永久磁石22は上方がN極、下方がS極とされている。このため、プランジャ8の近傍においては、図2の矢印により示されるように、磁界は、永久磁石22から発して、リング23を介してプランジャ8の側面からプランジャ8内に入り、プランジャ8内を軸方向に進み、再びプランジャ8の側面に抜けて永久磁石22に帰る。このとき、リング23は、永久磁石22による磁界が外部に漏れて磁気ギャップ25を通ることの無いように設けられている。もし、磁界の漏れが多くなり、磁界が磁気ギャップ25側に回ると、コイル20に通電を行わぬ状態においても、プランジャ8が磁気ギャップ25方向に引き付けられ、所望の初期状態を得られなくなる。

【0022】上記構成の制御弁において、プランジャ8が図3の矢印X方向に動くと、動く速度に応じてプランジャ8の内部には、図示の通りの渦電流が生じる。この

渦電流は、プランジャ8の動きを阻止するように磁界を発生させ、このときプランジャ8は移動速度に応じた反力を受けることになる。従って、従来例における運動方

$$m(d^2t/dt^2) = -K_1x - K_2(dx/dt) \dots (3)$$

これを変形すると、

$$(d^2t/dt^2) + (K_2/m)(dx/dt) + (K_1/m)x \dots (3)'$$

ここで、ディスクスプリング14のバネ定数 K_1 は、前述の反力よりも相当大きくなければ、バルブとして機能しないことから、

$$x = \exp(-\alpha t) \times \sin(\beta t + \gamma) \dots (5)$$

ここに、 α 、 β 、 γ は、定数である。

【0024】即ち、プランジャ8は式(5)により表されるような減衰振動の運動を行い、ハンチングが生じにくいことが判る。

【0025】また、上記実施例の制御弁のコイル20に通電すると、磁界は図4に矢印で示す如くに発生し、プランジャ8が磁気ギャップ25の方向に引き付けられる。このとき、永久磁石22による磁界とコイル20による磁界とは、方向が逆であるとプランジャ8の吸引力が弱まり、また、方向が同一であるときには、吸引力が強まる。いずれの場合においても、永久磁石22の磁界がプランジャ8から外部に漏れる度合いが少なければ、いずれの場合も、振動を減衰させる効果が生じることは言うまでもない。従って、通電時にコイル20に流す電流の方向は、制御弁の制御の目的に応じて適宜選択し得る。

【0026】また、永久磁石22の配置の位置が、プランジャ8の中央部からずれている場合などで、プランジャ8の動きによりプランジャ8に生じる渦電流が外部に磁界を生じるとき、或いは、永久磁石22の磁界がプランジャ8外に漏れ、この磁界がプランジャ8の動きにより変化するときには、コイル20に誘導起電力Eが発生する。従って、この場合には、通電によりコイル20に流す電流の方向を、プランジャ8が吸引方向に動いたときに生ずる誘導起電力の向きと逆になるように、制御することにより、プランジャ8のハンチングをより発生しにくくできることになる。

【0027】なお、上記実施例においては、コイル20に流す電流の方向を一定とし、その大きさによりバルブのリフト量を調整するようにしたが、他の実施例では、プランジャ8の動きによってコイルに生じる誘導起電力をコイル20の図示せぬ電流駆動回路にフィードバックするように構成する。このような構成によれば、プランジャ8の動きによってコイルに生じる誘導起電力に応じてコイル20の電流が制御され、プランジャ8の動きを安定化させることが容易になる。

【0028】なお、図1の実施例において、プランジャ8の外径を10mm、ディスクスプリングの厚みを0.3mmとしたとき、振動周波数は約300Hzである。永久磁石22は、プランジャ8外部への磁界の漏れを少な

くするため、小形で強力なストロンチウム(Sr)、ネオジム(Nd)系の永久磁石が適している。更に、コイル20は3000ターンのものを用い、0.2Aの通電により最大で約3.5Kgの吸引力を得ることができ

【0023】

$$(K_1/m)^2 > (4K_2/m) \dots (4)$$

が成り立ち、このとき、式(3)の解は、

くするため、小形で強力なストロンチウム(Sr)、ネオジム(Nd)系の永久磁石が適している。更に、コイル20は3000ターンのものを用い、0.2Aの通電により最大で約3.5Kgの吸引力を得ることができ

【0029】図5には、本発明の他の実施例に係る制御弁に用いられるプランジャ8Aの構成が示されている。このプランジャ8Aには、永久磁石22に対応する位置に断面がV字状の溝部30が形成されており、プランジャ8が溝部30の位置からずれると、溝部30において磁気抵抗が高くなることにより、この溝部30の部分が永久磁石22の位置に戻る。この実施例によれば、ディスクスプリング14が破壊した場合においても、コイル22の通電を停止することにより、プランジャの溝部30と永久磁石22とが対向する位置に復帰し、故障の場合の信頼性を向上させる。

【0030】図6には、本発明の実施例に係る制御弁50(図1または、図5のプランジャ8Aを用いたもの)を適用した流体流量制御システムが示されている。このシステムでは、流体の流路が形成されたベース60に流量センサ61及び制御弁50が設けられている。流量センサ61により検出された検出流量信号はコンパレータ51の一方の入力端子に送出され、コンパレータ51の他方の入力端子には入力端子52から設定流量信号が与えられている。コンパレータ51は、設定流量信号と流量センサ61からの検出流量信号との差に応じた電流を、制御弁50のコイル20に対して流す。これにより、制御弁50の弁部のオリフィスが、設定流量に等しくなるように制御される。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本願の請求項1に記載の制御弁によれば、プランジャの動く速度に応じて発生する渦電流による磁界の発生によるダンパー作用でプランジャの振動を抑え、所定位置への素早い停止を実現する。また構成も簡単である。

【0032】以上説明したように本願の請求項2に記載の制御弁によれば、永久磁石がプランジャの溝部の位置を保持し、所定位置への復旧を適切に行うことができる。

【0033】以上説明したように本願の請求項3に記載

の制御弁によれば、円筒状のヨークとリング状の永久磁石という簡単な構成で所定位置への復旧を行うことができる。

【0034】以上説明したように本願の請求項4に記載の制御弁によれば、軸方向へ向った磁界がプランジャから最短距離でループし、構成が簡単でありながら、振動を早く抑える効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る制御弁の構成を示す断面図。

【図2】本発明の実施例に係る制御弁のコイル非通電時におけるプランジャ部分の磁束を示す図。

【図3】本発明の実施例に係る制御弁のプランジャの移動時に生じる渦電流を示す図。

【図4】本発明の実施例に係る制御弁のコイル通電時における磁束を示す図。

【図5】本発明の他の実施例に係る制御弁のプランジャの構成を示す図。

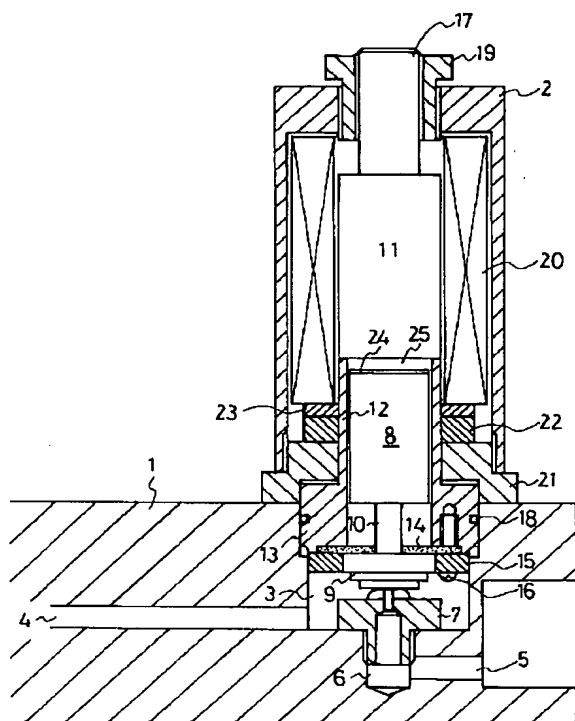
【図6】本発明の実施例に係る制御弁を適用した流体流量制御システムの構成図。

【図7】従来の制御弁の構成を示す図。

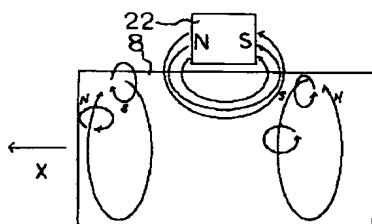
【符号の説明】

1	ベース	2	コイルケース
3	弁室	7	弁座
8、8A	プランジャ	9	弁頭
11	ヨーク上部	12	ヨーク下部
20	コイル	21	基部リング
22	永久磁石	23	リング

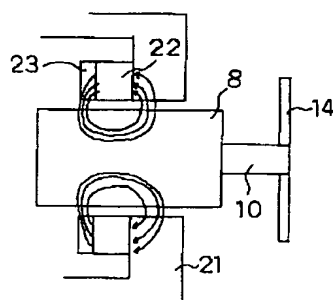
【図1】



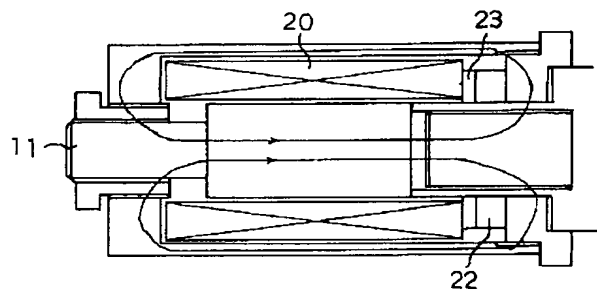
【図3】



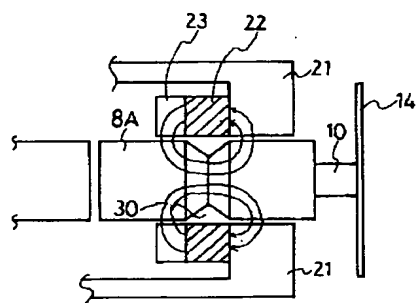
【図2】



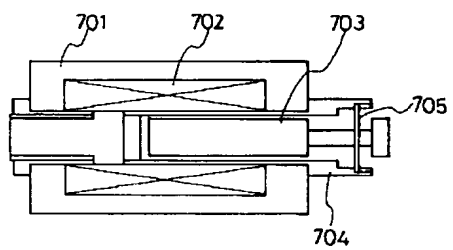
【図4】



【図 5】



【図 7】



【図 6】

